

**PEMANFAATAN CANGKANG TELUR DAN SEKAM PADI SEBAGAI
BIOADSORBEN METILEN BIRU PADA LIMBAH TEKSTIL**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik**

Oleh:

NANING CITRA LESTARI

D 500 170 110

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PEMANFAATAN CANGKANG TELUR DAN SEKAM PADI SEBAGAI
BIOADSORBEN METILEN BIRU PADA LIMBAH TEKSTIL**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

NANING CITRA LESTARI

D 500 170 110

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi, M.T.

NIK. 0619126001

HALAMAN PENGESAHAN

**PEMANFAATAN CANGKANG TELUR DAN SEKAM PADI SEBAGAI
BIOADSORBEN METILEN BIRU PADA LIMBAH TEKSTIL**

OLEH

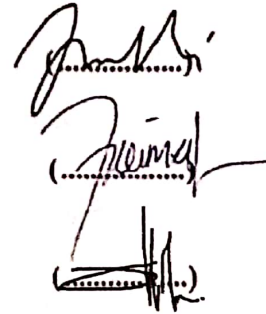
NANING CITRA LESTARI

D500170110

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jumat, 21 Mei 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

- 1. Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Siti Fatimah, S.Si., M.Sc.
(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. M. Mujiburohman, M.T., Ph.D.
(Anggota II Dewan Penguji)**



Dekan, 14062021



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 21 Mei 2021

Penulis



NANING CITRA LESTARI

D500170110

PEMANFAATAN CANGKANG TELUR DAN SEKAM PADI SEBAGAI BIOADSORBEN METILEN BIRU PADA LIMBAH TEKSTIL

Abstrak

Industri tekstil di Indonesia mengalami peningkatan sejak tahun 1980-an. Dari sektor non migas, industri tekstil merupakan sumber pendapatan terbesar pemerintah. Di samping pertumbuhannya yang mengagumkan, terdapat sekitar 10-15% zat warna tekstil bekas terbuang pada proses pencelupan yang dapat melebihi tingkat *Chemical Oxygen Demand* maksimum sebesar 150 mg/L. Pewarna sintetis mengandung bahan karsinogenik yang dapat merusak lingkungan dan biota perairan. Alternatif penanganan limbah zat warna adalah dengan metode adsorpsi menggunakan bioadsorben dari campuran cangkang telur ayam dan abu sekam padi. Keduanya berpotensi untuk digunakan sebagai adsorben karena memiliki gugus aktif, jumlah melimpah, dan ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel proses rasio massa adsorben, waktu kontak, dan pH terhadap kapasitas adsorpsi metilen biru menggunakan campuran cangkang telur dan abu sekam padi dengan metode analisis Spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimal adsorpsi metilen biru 20 ppm adalah rasio adsorben 0,2: 0,8 gram, 80 menit, dan pH 3. Kapasitas adsorpsi yang diperoleh sebesar 98,817%, dimana menurunkan konsentrasi metilen biru menjadi 0,237 ppm.

Kata Kunci: adsorpsi, metilen biru, cangkang telur, sekam padi, bioadsorben

Abstract

The textile industry in Indonesia has increased since the 1980s. From the nonoil and gas sectors, the textile industry is the government's largest source of income. In addition to its impressive growth, about 10-15% of the used textile dyestuff is wasted at the dyeing process can exceed the maximum Chemical Oxygen Demand level of 150 mg/L. Synthetic dyes contain carcinogenic ingredients that can harm the environment and aquatic biota. The alternative for handling the dye waste is the adsorption method using bio adsorbent from a mixture of chicken eggshells and rice husk ash. Both have the potential to be used as adsorbents because they have an active site, abundant amounts, and are economical. This study was to determine the effect of the process variables of the adsorbent mass ratio, contact time, and pH on the adsorption capacity of methylene blue using a mixture of eggshells and rice husk ash with the UV-Vis Spectrophotometer analysis method. The results showed that the optimal conditions for the adsorption of 20 ppm methylene blue were 0.2:0.8 gram of adsorbent ratio, 80 minutes, and pH of 3. The adsorption capacity obtained was 98.817%, reduced the methylene blue concentration to 0.237 ppm.

Keywords: adsorption, methylene blue, rice husks, eggshells, bioadsorbent

1. PENDAHULUAN

Industri tekstil di Indonesia telah mengalami peningkatan dalam beberapa dekade terakhir, tepatnya sejak 1980-an. Dari sektor non-migas, industri tekstil menjadi sumber penghasilan terbesar pemerintah (Sudradjat, 2002) dan sumber penghasilan terbesar ketiga setelah minyak bumi dan gas alam (Atmaji dkk, 1999). Berdasarkan data Statistik Departemen Perdagangan dan Perindustrian pada tahun 1998, industri tekstil telah menyumbangkan sekitar US\$ 7,39 milyar atau 20% dari ekspor non-migas Indonesia. Diketahui pula produksi tekstil Indonesia yang diekspor keluar negeri hampir 48 % (Sudradjat, 2002).

Di samping pertumbuhan industri tekstil yang mengagumkan, masih terdapat berbagai masalah seperti tingginya tingkat pencemaran akibat limbah cair sisa proses pewarnaan. Menurut Selvam dkk (2003), Terdapat lebih dari 700.000 ton bahan pewarna yang diproduksi tiap tahun dengan 10.000 jenis pewarna. Terdapat sekitar 10-15% dari zat warna tekstil yang telah digunakan akan terbuang bersama limbah pada tahap pewarnaan. Kadar maksimal *Chemical Oxygen Demand* (COD) sebagai salah satu parameter mutu air berdasarkan KepMen LH No. 51/MENLH/10/1995 sebesar 150 mg/L. Nilai tersebut jauh di bawah nilai COD dari limbah tekstil umumnya sekitar 150-12000 mg/L (Haryono dkk. 2018).

Metilen biru merupakan salah satu contoh zat warna sintesis yang sering dijumpai pada limbah cair, umumnya berasal dari industri tekstil. Dampak lingkungan yang disebabkan oleh pewarna sintesis tersebut seperti tingginya BOD dan COD, mutagenik, karsinogenik, dan toksisitas (Zulfikar dkk, 2012). Degradasi pewarna, terutama pewarna reaktif sulit, karena strukturnya yang kompleks, kelarutan dalam air, dan sifat sintesisnya (Ehrampoush and Ghaneian, 2011). Oleh karena itu, diperlukan pengolahan air limbah yang lebih lanjut.

Telah banyak metode dengan pendekatan fisika, kimia, dan biologi digunakan untuk mengurangi konsentrasi zat warna dalam limbah cair seperti koagulasi, filtrasi, presipitasi, oksidasi, maupun adsorpsi. Adsorpsi merupakan salah satu metode untuk menurunkan konsentrasi zat pewarna terlarut dalam limbah cair yang murah serta efektif sehingga dapat dihasilkan kualitas air limbah yang memenuhi baku mutu air. Di antara jenis adsorben, karbon aktif banyak digunakan karena memiliki kapasitas yang tinggi dalam menyerap senyawa organik pada zat warna terlarut (Salman et al. 2012). Penggunaannya cukup luas dalam dunia industri, seperti pembersihan air limbah industri, penghilangan bau, pengolahan LNG, pemurnian gas, dan katalisator (Erawati dan Helmy, 2018). Namun, adsorben karbon aktif tergolong mahal karena proses aktivasi dan sulitnya penguraian karbon aktif yang telah digunakan (Ehrampoush and Ghaneian, 2011).

Salah satu sumber pembuatan adsorben yang potensial sebagai pengganti karbon aktif yaitu cangkang telur ayam dan sekam padi karena jumlahnya yang melimpah, mudah ditemukan, dan ekonomis. Sekam padi terdiri dari lemak, serat, pentosa, selulosa, hemiselulosa, lignin, protein, dan senyawa anorganik. Sedangkan cangkang telur ayam tersusun dari 94% kalsium karbonat, 1% kalium fosfat, dan 1% magnesium karbonat (Haqiqi, 2018). Cangkang telur ini sebelumnya telah digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar logam pada limbah cair hasil industri elektroplating, peningkatan kualitas minyak jelantah, pemisahan kromium (Wijayanti dan Kurniawati, 2019) serta adsorben zat warna metilen biru dalam larutan (Fadhil et al. 2019). Adapun pemanfaatan sekam padi sebagai adsorben dari ion logam berat terlarut (Wardalia, 2016).

Hasil dari studi literatur menunjukkan baik sekam padi maupun cangkang telur ayam sama-sama memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi adsorben karena jumlahnya melimpah dan ekonomis. Maka, guna mengetahui efektivitas keduanya bahan tersebut sebagai adsorben jika dikombinasikan, perlu dilakukan pengukuran panjang gelombang larutan metilen biru sebelum dan sesudah adsorpsi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

2. METODE

Dalam adsorpsi metilen biru menggunakan campuran cangkang telur dengan abu sekam padi sebagai bioadsorben ini akan mengkaji tentang kondisi operasi optimum, kapasitas adsorpsi, serta efisiensi adsorpsi pada proses adsorpsi zat warna metilen biru oleh bioadsorben dari campuran cangkang telur dan abu sekam padi menggunakan analisis Spektrofotometer UV-Vis. Penelitian adsorpsi ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Kimia UMS.

2.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan bahan-bahan yaitu aquades, cangkang telur, sekam padi, metilen biru (Merck), HCl (Merck, 37%), dan NaOH (Merck, 99%). Sedangkan peralatan yang digunakan yaitu peralatan gelas, oven, *hotplate*, *furnace*, *magnetic stirrer*, mortar, cawan porselin, neraca analitik, ayakan 100 *mesh*, spektrofotometer GENESYS 10 UV-Vis.

2.2 Tahapan Penelitian

1) Persiapan Abu Sekam Padi

Sampel sekam padi diperoleh dari daerah Ngawi. Sekam padi sebanyak 200 gram dimasukan dalam cawan pengabuan dalam *furnace* pada suhu 600°C selama 4 jam hingga seluruhnya menjadi abu. Setelah itu, sampel disaring dengan ayakan 100 *mesh*.

2) Persiapan Cangkang Telur

Cangkang telur ayam ras sebanyak 100 gram dipisahkan dari membrannya lalu dicuci bersih. Lalu jemur di bawah sinar matahari hingga kering, kemudian dihaluskan dengan mortar. Setelah itu, sampel disaring dengan ayakan 100 *mesh*.

3) Proses Aktivasi dan Persiapan Campuran Adsorben

Abu sekam padi dan cangkang telur setelah dilakukan persiapan kemudian diaktivasi secara terpisah dengan HCl 0,1 M selama 1,5 jam. Kemudian, disaring dengan kertas saring dan dibilas dengan aquades hingga pH netral. Lalu, dilakukan aktivasi pori-pori adsorben dengan dioven selama 1,5 jam pada 105°C.

4) Persiapan Adsorbat

a) Penentuan Larutan Induk Metilen Biru

Metilen biru dengan konsentrasi 1000 ppm dibuat dengan melarutkan 100 g metilen biru dalam 100 mL aquades. Lalu larutan dimasukkan dalam labu ukur 100 mL.

b) Penentuan Larutan Standar Metilen Biru

Membuat larutan metilen biru 100 ppm dengan cara mengambil larutan induk metilen biru 5 mL kemudian diencerkan ke dalam labu ukur 50 mL. Dari larutan metilen biru 100 ppm diencerkan kembali menjadi konsentrasi yang lebih kecil yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 ppm dalam 50 mL.

5) Penentuan Panjang Gelombang Optimum Metilen Biru

Sebanyak 50 mL larutan metilen biru 1 ppm diukur panjang gelombangnya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada 600-700 nm. Hasil dari absorbansi terbesar ditetapkan sebagai panjang gelombang optimum.

6) Adsorpsi Metilen Biru

Adsorpsi zat metilen biru dilakukan pada variasi rasio massa adsorben, waktu kontak, pH, dan konsentrasi adsorbat menggunakan proses pengadukan pada *hotplate* dengan suhu ruang. Ukur absorbansi larutan metilen biru menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang optimum sebelum dan proses adsorpsi. Setelah berjalannya waktu yang telah ditentukan, larutan kemudian disaring menggunakan kertas saring. Ukur absorbansi filtrat. Penentuan kondisi optimum dipilih dari penurunan absorbansi terbesar.

a) Penentuan Rasio Adsorben Optimum

Siapkan sampel adsorben dengan rasio massa cangkang telur : abu sekam padi sebanyak 0:1; 0,1:0,9; 0,2:0,8; 0,3:0,7; 0,4:0,6; 0,5:0,5; 0,6:0,4; 0,7:0,3; 0,8:0,2; 0,9:0,1; 1:0 gram. Kemudian masukkan 50 mL larutan zat warna metilen biru 20 ppm ke dalam gelas beker

250 mL. pH larutan sesuai dengan pH pelarut aquades. Proses adsorpsi dilakukan selama 60 menit.

b) Penentuan Waktu Kontak Optimum

Hasil rasio adsorben optimum digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi optimum dengan variasi waktu 20, 30, 40, 60, dan 80 menit pada pH yang sama dengan pH aquades.

c) Penentuan pH Optimum

Hasil rasio adsorben dan waktu kontak optimum digunakan untuk menentukan pH optimum dengan variasi pH 3; 5; 7; 9; 11.

7) Perhitungan daya adsorpsi

Guna mengetahui efektivitas kombinasi cangkang telur dan sekam padi sebagai adsorben, pengukuran absorbansi diperlukan pada larutan metilen biru sesudah proses adsorpsi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Hasil pengukuran digunakan untuk menghitung kapasitas dan daya adsorpsi. Kapasitas adsorpsi dapat diperoleh melalui persamaan (1):

$$q = \frac{V(C_0 - C_e)}{m} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

q = kapasitas adsorpsi (mg/g)

V = volume larutan metilen biru (L)

m = massa adsorben (g)

C_0 = konsentrasi larutan metilen biru sebelum adsorpsi (mg/L)

C_e = konsentrasi larutan metilen biru setelah adsorpsi (mg/L)

Sedangkan daya adsorpsi diperoleh menggunakan persamaan (2):

$$D = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

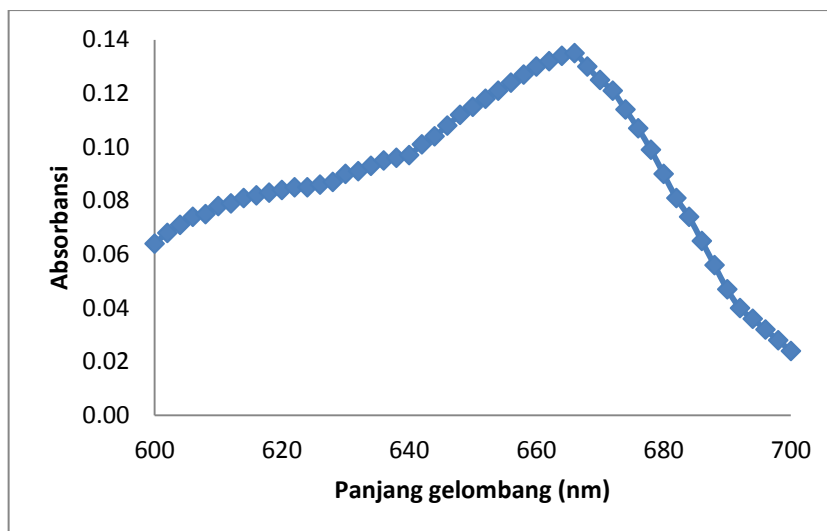
Keterangan:

D = Presentase daya adsorpsi (%)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan panjang gelombang maksimum

Panjang gelombang maksimum diketahui dari pengukuran absorbansi larutan metilen biru 1 ppm pada rentang gelombang 600-700 nm.

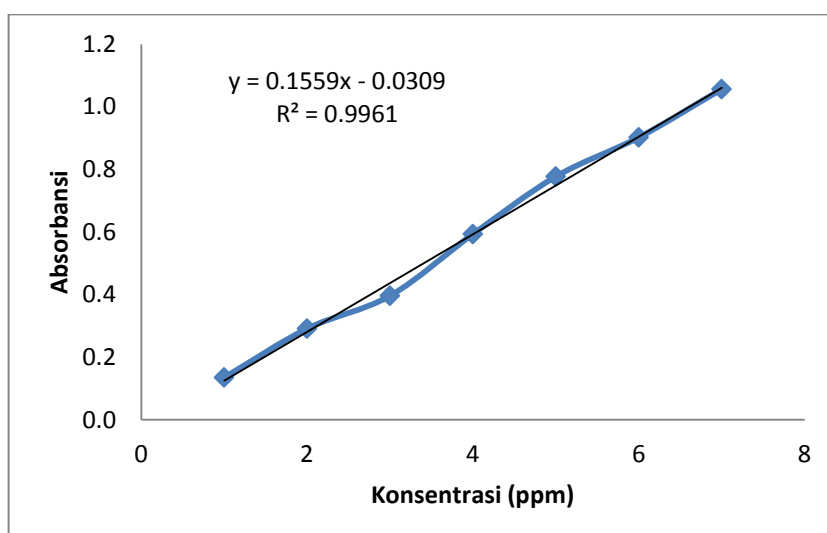


Gambar 1. Penentuan panjang gelombang maksimum

Dari Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai absorbansi terbesar berada pada 666 nm. Panjang gelombang ini kemudian digunakan untuk pembuatan kurva standar dan pengukuran absorbansi setelah proses adsorpsi. Kurva standar digunakan untuk mengetahui konsentrasi larutan setelah dilakukannya proses adsorpsi.

3.2 Pembuatan kurva standar

Kurva standar digunakan untuk mengetahui konsentrasi larutan setelah dilakukannya proses adsorpsi seperti yang disajikan pada Gambar 2. Kurva tersebut memiliki korelasi 0,9961. Sehingga kurva standar ini memiliki regresi linear yang lebih tinggi dari regresi linear yang ditetapkan atau $R \geq 0,995$ untuk menunjukkan kelayakan suatu analisis.



Gambar 2. Kurva standar

3.3 Pengaruh rasio massa adsorben

Pengaruh massa adsorben terhadap daya adsorpsi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Adsorpsi dengan variasi rasio massa adsorben

V. bebas	V. Tetap				V. Tergantung	Hasil		
Rasio adsorben [CT:SP] (gram)	Volume larutan (mL)	Konsentrasi metilen biru (ppm)	pH	Waktu (menit)	Absorbansi	C_e (mg/L)	q_e (mg/g)	D (%)
0:1	50	20	8,3	60	0,081	0,718	964,112	96,411
0,1:0,9					0,044	0,480	975,978	97,598
0,2:0,8					0,019	0,320	983,996	98,400
0,3:0,7					0,028	0,378	981,110	98,111
0,4:0,6					0,037	0,436	978,223	97,822
0,5:0,5					0,047	0,500	975,016	97,502
0,6:0,4					0,053	0,538	973,092	97,309
0,7:0,3					0,066	0,622	968,922	96,892
0,8:0,2					0,073	0,666	966,677	96,668
0,9:0,1					0,114	0,929	953,528	95,353
1:0					0,442	3,033	848,332	84,833

Tabel 1 menunjukkan efisiensi penyerapan larutan metilen biru dengan massa adsorben 1 g sekam padi lebih tinggi daripada adsorben cangkang telur dengan massa yang sama. Pada abu sekam padi, terdapat pola serapan silika yaitu gugus aktif Si-O-Si dan Si-OH (Trivana dkk, 2015). Di samping itu, komponen terbesar penyusun cangkang telur yaitu CaCO_3 , dimana senyawa ini termasuk dalam golongan adsorben polar (Hajar dkk, 2016). Kedua material ini juga memiliki pori-pori yang dapat memperbesar luas permukaannya.

Daya adsorpsi metilen biru meningkat seiring bertambahnya massa adsorben sehingga jumlah sisi aktif pada permukaan adsorben makin bertambah. Namun, pada kondisi tertentu daya adsorpsi akan konstan atau bahkan dapat menurun dikarenakan adsorben telah mengalami kejenuhan akibat dari menurunnya jumlah sisi aktif (Nurlaili dkk, 2017). Penurunan tersebut ditunjukkan pada rasio massa cangkang telur dibanding abu sekam padi 0.3:0.7 g hingga 1:0 gram. Rasio massa adsorben optimum antara cangkang telur dengan abu sekam padi yaitu 0.2:0.8 g dimana presentase zat teradsorpsinya mencapai 98.400%. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kristiyani dkk.

(2012) yang memanfaatkan abu sekam padi sebagai penurun kadar Pb^{2+} pada air sumur. Hasil menyatakan bahwa semakin bertambahnya massa adsorben akan maka zat terlarut dan terjerap semakin meningkat.

3.4 Pengaruh waktu kontak

Pengaruh waktu kontak terhadap daya adsorpsi larutan metilen biru ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Adsorpsi dengan variasi waktu

V. bebas	V. Tetap				V. Tergantung	Hasil		
Waktu (menit)	Volume larutan (mL)	Konsentrasi metilen biru (ppm)	pH	Rasio adsorben optimum (gram)	Absorbansi	C_e (mg/L)	q_e (mg/g)	D (%)
20	50	20	8,3	0,2:0,8	0,04	0,455	977,261	97,726
30					0,037	0,436	978,223	97,822
40					0,028	0,378	981,110	98,111
60					0,019	0,320	983,996	98,400
80					0,016	0,301	984,958	98,496

Tabel 2 menunjukkan pertambahan waktu mempengaruhi meningkatnya konsentrasi metilen biru yang terjerap. Pada proses ini juga dibantu proses pengadukan dengan tujuan untuk meningkatkan kecepatan reaksi sehingga tumbukan yang terjadi akan mempercepat untuk mencapai kondisi setimbang (Nurlaili dkk, 2017). Setelah mencapai waktu adsorpsi optimum, bertambahnya waktu kontak akan mengakibatkan daya adsorpsi menurun. Salah satu faktornya yaitu penggunaan *stirer* dapat melepaskan partikel metilen biru yang sudah tidak mampu bertahan di permukaan adsorben (Wijayanti dan Kurniawati, 2019).

Pada penelitian ini, adsorben belum mengalami kejenuhan ditunjukkan dengan kecenderungan grafik yang naik. Namun, kenaikan daya adsorpsi dari menit ke-60 menuju menit ke-80 terlihat tidak signifikan. Hasil menunjukkan waktu terbaik yaitu 80 menit dengan persentase zat metilen biru yang terjerap sebesar 98,496%. Hasil ini diperkuat dengan hasil penelitian yang dilakukan Nurlaili dkk. (2017) yang menggunakan cangkang telur untuk menyerap zat *methyl orange*, dimana seiring bertambahnya waktu, zat yang terjerap akan meningkat, kemudian menurun akibat adsorben yang telah jenuh dan adanya proses pengadukan.

3.5 Pengaruh pH

Pengaruh pH terhadap daya adsorpsi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Adsorpsi dengan variasi pH

V. bebas	V. Tetap				V. Tergantung	Hasil		
pH	Volume larutan (mL)	Konsentrasi metilen biru (ppm)	Waktu optimum (menit)	Rasio adsorben optimum (gram)	Absorbansi	C_e (mg/L)	q_e (mg/g)	D (%)
3	50	20	80	0,2:0,8	0,006	0,237	988,165	98,817
5					0,009	0,256	987,203	98,720
7					0,012	0,275	986,241	98,624
8,3					0,016	0,301	984,958	98,496
9					0,045	0,487	975,657	97,566
11					0,083	0,731	963,470	96,347

Tabel 3 menunjukkan konsentrasi zat warna metilen biru yang terjerap menurun seiring dengan bertambahnya derajat keasaman. Daya penjerapan tertinggi diperoleh pada pH 3 dimana metilen biru yang teradsorpsi sebesar 98,817%. Adanya sifat kationik pada metilen biru baru terlihat pada pH asam. Hal tersebut terjadi karena metilen biru yang terionisasi dalam air akan bermuatan positif ($C_{16}H_{18}N_3S^+$) memungkinkan untuk berikatan dengan permukaan adsorben yang bermuatan negatif sehingga dapat meningkatkan kapasitas dan daya adsorpsi (Riapanitra dkk, 2006). Sedangkan pada pH tinggi, permukaan adsorben cangkang telur akan bermuatan negatif sehingga saling menolak dikarenakan metilen biru yang terionisasi menjadi ion negatif (Cl^-) (Nurlaili dkk, 2017).

Hasil percobaan ini diperkuat oleh Hadayani dkk. (2015) yang melakukan penjerapan metilen biru menggunakan senyawa xanthat pulpa kopi sebagai adsorben, menyebutkan tingkat adsorpsi akan meningkat seiring dengan penurunan derajat keasaman.

4. PENUTUP

Metode adsorpsi merupakan metode alternatif yang dapat digunakan untuk menurunkan kandungan zat warna terlarut dalam limbah cair tekstil. Pada adsorpsi zat warna limbah cair metilen biru dengan adsorben kombinasi dari cangkang telur dan abu sekam padi terbukti mampu menurunkan konsentrasi larutan dari 20 ppm dalam 50 mL menjadi 0,237 ppm sehingga mampu menggantikan adsorben karbon aktif yang sulit terdegradasi. Kondisi operasi optimum pada adsorpsi ini yaitu rasio massa cangkang telur dengan abu sekam padi sebesar 0.2:0.8 gram, waktu kontak 80 menit, dan pH 3 menghasilkan daya adsorpsi 98,817%. Potensi kedua bahan tersebut sebagai bioadsorben didukung oleh adanya pori-pori dan gugus aktif.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu mengkaji pengaruh konsentrasi zat warna metilen biru terhadap daya adsorpsi. Selain itu perlu dilakukan pengkajian mengenai proses aktivasi sampel adsorben menggunakan asam kuat dan basa kuat dengan variasi konsentrasi aktivator tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmaji, P., Purwanto, W., dan Pramono, E. P. 1999. "Daur Ulang Limbah Hasil Pewarnaan Industri Tekstil." *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia* 1(4): 9–15.
- Ehrampoush, M H, and M T Ghaneian. 2011. "Equilibrium and Kinetics Study of Reactive Red 123 Dye Removal From Aqueous Solution By Adsorption On." *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering* 8(2): 101–8.
- Erawati, Emi, dan Eva Helmy. 2018. "Pembuatan Karbon Aktif dari Gergaji Kayu Jati (Tectona Grandis L.f) (Ukuran Partikel dan Jenis Aktivator)." *Proceeding of The URECOL*: 97–104.
- Fadhil, Dhuha H., Ahmed Al-Hussin, and Emad Yousif. 2019. "Removal of Methylene Blue Dye from Water Using Ecofriendly Waste Product (Eggshell) as an Adsorbent and Using the Optimum Adsorption Conditions with Real Water Sample from Tigris River." *Al-Nahrain Journal of Science* 22(1): 9–14.
- Hadayani, L., I. Riwayati, dan R. Ratnani. 2015. "Adsorpsi Pewarna Metilen Biru Menggunakan Senyawa Xanthat Pulpa Kopi." *Jurnal Momentum UNWAHAS* 11(1): 114174.
- Hajar, Erna Wati Ibnu, Reny Suryani Sitorus, Novi Mulianingtias, dan Fransiska Jawa Welan. 2016. "Efektivitas Adsorpsi Logam Pb^{2+} Dan Cd^{2+} Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam." *Konversi* 5(1): 1–7.
- Haqiqi, Embun Rachma. 2018. "Studi Awal Kemampuan Adsorpsi Komposit Kulit Telur Ayam Dengan Sekam Padi Sebagai Adsorben Metil Orange." *Chemical Engineering Research Articles* 1(1): 21–25.

- Haryono, Haryono, Muhammad Faizal D, Christi Liamita N, dan Atiek Rostika. 2018. "Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi Dengan Metode Elektroflotasi." *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)* 3(1): 94.
- Kristiyani, Dyah, Eko Budi Susatyo, dan Agung Tri Prasetya. 2012. "Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi Untuk Menurunkan Kadar Ion Pb^{2+} Pada Air Sumur." *Indonesian Journal of Chemical Science* 1(1).
- Nurlaili, Titin, Laeli Kurniasari, dan Rita Dwi Ratnani. 2017. "Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Adsorben Zat Warna Methyl Orange Dalam Larutan." *Jurnal Inovasi Teknik Kimia* 2(2).
- Riapanitra, Anung, Tien Setyaningtyas, dan Kapti Riyani. 2006. "Penentuan Waktu Kontak dan pH Optimum Penyerapan Metilen Biru Menggunakan Abu Sekam Padi." *Molekul* 1(1): 41.
- Salman, Dhuha D., Wisam S. Ulaiwi, and N. M. Tariq. 2012. "Determination the Optimal Conditions of Methylene Blue Adsorption by the Chicken Egg Shell Membrane." *International Journal of Poultry Science* 11(6): 391–96.
- Sudradjat, Ade. 2002. "Peran Industri Dan Produk Tekstil Pada Kelestarian Sumber Daya Lingkungan Perairan DAS Citarum." *Jurnal Teknologi Lingkungan* 3(2): 92–97.
- Trivana, Linda, Sri Sugiarti, dan Eti Rohaeti. 2015. "Sintesis Dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na_2SiO_3)." 7: 90–97.
- Wardalia. 2016. "Karakterisasi Pembuatan Adsorben Dari Sekam Padi Sebagai Pengadsorp Logam Timbal Pada Limbah Cair." *Jurnal Integrasi Proses* 6(2): 83–88.
- Wijayanti, Imas Eva, dan Eka Anisa Kurniawati. 2019. "Studi Kinetika Adsorpsi Isoterm Persamaan Langmuir Dan Freundlich Pada Abu Gosok Sebagai Adsorben." *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)* 4(2): 175.
- Zulfikar, Muhammad Ali, Edeh Dieke Mariske, dan Samitha Dewi Djajanti. 2012. "Adsorption of Lignosulfonate Compounds Using Powdered Eggshell." *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 34(3): 309–16.